

REC'D 10 SEP 2001

WIPO PCT

日 本 国 特 許 庁

JAPAN PATENT OFFICE

PCT/JP01/06232

18.07.01

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2000年 7月31日

出 願 番 号

Application Number:

特願2000-230183

出 願 人

Applicant(s):

日本精工株式会社

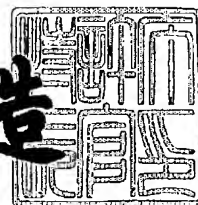
PRIORITY
DOCUMENT

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

2001年 8月24日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

及川耕造



出証番号 出証特2001-3074795

【書類名】 特許願

【整理番号】 200105

【提出日】 平成12年 7月31日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 F16C 19/00

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県藤沢市鵠沼神明一丁目5番50号 日本精工株式会社内

【氏名】 植田 光司

【特許出願人】

【識別番号】 000004204

【氏名又は名称】 日本精工株式会社

【代表者】 関谷 哲夫

【代理人】

【識別番号】 100066980

【弁理士】

【氏名又は名称】 森 哲也

【選任した代理人】

【識別番号】 100075579

【弁理士】

【氏名又は名称】 内藤 嘉昭

【選任した代理人】

【識別番号】 100103850

【弁理士】

【氏名又は名称】 崔 秀▲てつ▼

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 001638

【納付金額】 21,000円

特 2 0 0 0 - 2 3 0 1 8 3

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9006534

【包括委任状番号】 9402192

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 転がり支持装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 固定体と移動体との間に介装され、構成部品として、転動体と、転動体の軌道を有し固定体側および移動体側に固定される各軌道部材とを少なくとも備え、転動体が軌道を転がり移動することにより固定体に対する移動体の移動を許容する転がり支持装置において、

固定体側に固定される軌道部材、移動体側に固定される軌道部材、および転動体の少なくとも一つは、粒子径 $1\ \mu\text{m}$ 以下の ω 相を有する結晶組織のチタン合金からなることを特徴とする転がり支持装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、耐食性や非磁性が要求される用途の転がり支持装置（転がり軸受、ボールねじ、およびリニアガイド等）に関する。具体的な用途としては、①食品機械、半導体素子製造用機器、化学繊維製造用機械等のように、水や海水や化学薬品などのいわゆる腐食性の環境下での用途、②半導体素子製造装置、液晶パネル製造装置、X線や電子線を使用した計測機器等の非磁性が要求される用途、③真空状態、宇宙環境、クリーンな環境下での用途が挙げられる。

【0002】

【従来の技術】

従来、転がり軸受の軌動輪や転動体の材料としては、主に高炭素クロム軸受鋼や焼入れ鋼のような鉄鋼材料が一般的に使用されている。また、転がり軸受の使用環境は多種多様で、水、海水、化学薬品中などの腐食性環境下で使用されることもある。このような高い耐食性が要求される環境で使用される場合には、ステンレス鋼製の転がり軸受が使用されている。しかし、近年、転がり軸受の使用環境が過酷になってきており、ステンレス鋼でも耐食性が不足する場合が生じている。

【0003】

このような腐食性環境用軸受の材料としては、金属材料の中でも非常に高い耐食性を有することから、チタン合金が期待されている。

一方、転がり軸受は、軌道輪と転動体との接触部に非常に大きな面圧が付与されるため、非常に高い硬さと耐摩耗性が必要である。従来よりチタン合金は、溶体化処理および時効処理を施して使用されるが、その結晶組織は β 相からなるマトリックスに微細な α 相が分散している($\alpha + \beta$)相であり、硬さはHv400~500である。したがって、従来のチタン合金では、転がり軸受の軌道輪や転動体の材料として十分な硬さが得られない。

【0004】

また、非磁性の材料としてはBe-Cu合金が挙げられるが、この合金でも、転がり軸受の軌道輪や転動体の材料として十分な硬さが得られていない。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

本発明は、チタン合金に十分な硬さと耐摩耗性を付与することにより、腐食性環境下や非磁性が要求される環境下での用途に好適な転がり支持装置を提供することを課題とする。

【0006】

【課題を解決するための手段】

上記課題を解決するために、本発明は、固定体と移動体との間に介装され、構成部品として、転動体と、転動体の軌道を有し固定体側および移動体側に固定される各軌道部材とを少なくとも備え、転動体が軌道を転がり移動することにより固定体に対する移動体の移動を許容する転がり支持装置において、固定体側に固定される軌道部材、移動体側に固定される軌道部材、および転動体の少なくとも一つは、粒子径 $1\mu\text{m}$ 以下の ω 相を有する結晶組織のチタン合金からなることを特徴とする転がり支持装置を提供する。

【0007】

Ti-6Al-4V、Ti-15Mo-5Zr-3Al、Ti-15V-3Cr-3Sn-3Al等のチタン合金を溶体化処理すると β 相が生じ、溶体化処理後に300~450℃で時効処理することによって、 β 相からなるマトリックス

に ω 相が均一に析出する。 β 相からなるマトリックスに ω 相が析出しているチタン合金は、 β 相からなるマトリックスに α 相が析出しているチタン合金と比較して、非常に硬い結晶組織となる。また、時効処理の温度を $450^{\circ}\text{C}\sim 550^{\circ}\text{C}$ とし、時効処理後の冷却速度を遅くすることにより、冷却時に ω 相を析出させることもできる。

【0008】

なお、時効処理の温度が $400\sim 550^{\circ}\text{C}$ であると α 相が析出するため、時効処理の温度が $400\sim 450^{\circ}\text{C}$ の場合には、 β 相からなるマトリックスに ω 相と α 相の両方が析出した状態となる。したがって、 ω 相を有する結晶組織のチタン合金としては、 $(\beta + \omega)$ 相のチタン合金および $(\beta + \omega + \alpha)$ 相のチタン合金が含まれる。

【0009】

ω 相析出による硬化機構は、 ω 相が β 相に対して整合に析出して、整合歪みが蓄えられることに起因すると推測される。 ω 相の粒子径が $1\mu\text{m}$ を超えると、 ω 相が不安定な状態となって α 相に変化し易くなり、 ω 相が α 相に変化すると、整合歪みが開放されて硬さが低下する。また、 ω 相の析出時に合金元素は固溶状態のままとなっているため、固溶硬化が保持され合金元素による耐食性等の性能も確保される。

【0010】

なお、 ω 相をより安定状態で維持するためにはその粒子径を 800nm 以下とすることが好ましい。また、十分な硬さを得るためには、 ω 相の粒子径を 10nm 以上とすることが好ましい。

【0011】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施形態について説明する。

下記の表1に示すように、各種合金からなり、各条件で溶体化処理および時効処理が施された試験片（透過型電子顕微鏡による観察用の試験片、ピッカース硬さ試験用の試験片、塩水噴霧試験用の試験片、サバン式摩耗試験用の固定試験片）を作製した。

【 0 0 1 2 】

なお、溶体化処理後の冷却は、水冷、空冷、油冷（油冷却）のいずれかの方法で行った。時効処理の冷却は、空冷および炉冷（炉内での徐冷）のいずれかの方法で行った。また、No. 7では、溶体化処理後で時効処理前に圧下率50%の冷間圧延を行った。No. 8では、溶体化処理後で時効処理前に圧下率70%の冷間圧延を行った。No. 14では溶体化処理後に焼き戻し処理を行った。No. 15では溶体化処理を行わなかった。

【 0 0 1 3 】

【表1】

No	合金の種類	溶体化処理条件	時効処理条件
1	Ti-6Al-4V	950°Cで1h保持後、水冷	420°Cで 10h保持後、空冷
2	Ti-15Mo-5Zr-3Al	800°Cで1h保持後、水冷	350°Cで 50h保持後、空冷
3	Ti-15Mo-5Zr-3Al	800°Cで1h保持後、水冷	400°Cで 15h保持後、空冷
4	Ti-15Mo-5Zr-3Al	800°Cで1h保持後、水冷	450°Cで 10h保持後、空冷
5	Ti-15Mo-5Zr-3Al	800°Cで1h保持後、水冷	475°Cで 10h保持後、炉冷
6	Ti-15Mo-5Zr-3Al	780°Cで1h保持後、空冷	450°Cで 50h保持後、空冷
7	Ti-15Mo-5Zr-3Al	800°Cで1h保持後、水冷	50%冷間圧延後に、 475°Cで7h保持後、炉冷
8	Ti-15Mo-5Zr-3Al	800°Cで1h保持後、水冷	70%冷間圧延後に、 475°Cで7h保持後、炉冷
9	Ti-15V-3Cr-3Sn-3Al	800°Cで1h保持後、水冷	400°Cで 15h保持後、空冷
10	Ti-15V-3Cr-3Sn-3Al	800°Cで1h保持後、水冷	450°Cで 10h保持後、空冷
11	Ti-15V-3Cr-3Sn-3Al	800°Cで1h保持後、水冷	500°Cで7h保持後、空冷
12	Ti-15V-3Cr-3Sn-3Al	800°Cで1h保持後、水冷	450°Cで100h保持後、空冷
13	Ti-15V-3Cr-3Sn-3Al	800°Cで1h保持後、水冷	400°Cで0.1h保持後、空冷
14	SUS440C	1050°Cで1h保持後、油冷	170°Cで2h保持（焼戻）
15	Be-Cu	溶体化処理無し	350°Cで2h保持後、空冷

【 0 0 1 4 】

これらの各試験片を用いて、 ω 相の粒子径の測定、ピッカース硬さ試験、塩水噴霧試験、サバン式摩耗試験を行った。

＜ ω 相の粒子径＞

透過型電子顕微鏡による観察用の試験片を用いて、日本電子（株）製の透過型電子顕微鏡「JEM-2010」により、暗視野像にて試験片断面の結晶組織を観察し、 ω 相の粒子径を測定した。観察の結果、チタン合金の結晶組織は、No. 1～10, 13では（ $\beta + \omega$ ）相または（ $\beta + \omega + \alpha$ ）相となっていたが、No. 11では（ $\beta + \alpha$ ）相となっていた。

＜ピッカース硬さ試験＞

試験片の断面を鏡面状態に研磨した後、マイクロピッカース硬度測定器により試験片の鏡面に圧子を当て、荷重100gの条件で測定した。

＜塩水噴霧試験＞

「JIS Z2371」に準拠し、温度35℃で5重量%濃度のNaCl水溶液を用い、1週間経過後の試験片の外観を目視にて観察した。この観察により、錆の発生が認められなかったものを耐食性が良好（○）、錆の発生が認められたものを耐食性が不良（×）と評価した。

＜サバン式摩耗試験＞

図2に示すように、前述のようにして作製した各種合金からなる固定試験片11と、 Si_3N_4 からなる回転試験片12とをサバン式摩耗試験機に取り付け、荷重用の重りとバランス用の重りにより固定試験片11を回転試験片12の外周面に押し付けながら、無潤滑で、回転試験片12を固定試験片11に対して回転させた。固定試験片11の寸法は、19mm×19mm×厚さ3mmであり、リング状の回転試験片12の寸法は、外径45mm、厚さ6mm、幅6mmである。

【0015】

回転条件は、押しつけ荷重を39.2Nとし、回転試験片12を固定試験片11に対する回転速度を周速度で2.6m/sとし、回転試験片12の回転距離を400mとした。この回転に伴う固定試験片の摩耗体積を測定し、各サンプルに付いて、No. 11の摩耗体積を1とした時の比を「摩耗比」として算出した。

これらの試験結果を下記の表 2 に示す。

【0 0 1 6】

【表 2】

No.	ω 相粒子径	硬さ(Hv)	摩耗比	耐食性
1	1 μ m以下	492	0.72	○
2	1 μ m以下	514	0.64	○
3	1 μ m以下	520	0.68	○
4	1 μ m以下	510	0.72	○
5	1 μ m以下	493	0.69	○
6	1 μ m以下	491	0.65	○
7	1 μ m以下	530	0.61	○
8	1 μ m以下	528	0.60	○
9	1 μ m以下	501	0.72	○
10	1 μ m以下	492	0.68	○
11	ω 相無し	453	1.0	○
12	1 μ m超	430	1.4	○
13	10nm以下	480	0.88	○
14	—	690	0.1	×
15	—	421	2.3	○

【0 0 1 7】

これらの結果から分かるように、本発明の実施例に相当するNo. 1～10, 13では、粒径が1 μ m以下の ω 相を有する結晶組織のチタン合金を用いることによって、 ω 相を有さない結晶組織のチタン合金を用いた場合（No. 11）、 ω 相の粒径が1 μ mを超える場合（No. 12）、およびBe-Cu合金を用いた場合（No. 15）よりも硬くて耐摩耗性に優れ、耐食性も良好となる。なお、ステンレス鋼を用いた場合（No. 14）は、硬さおよび耐摩耗性は良好であったが、塩水での耐食性に劣っていた。

【0018】

No. 5では、時効処理の温度が475℃と ω 相析出温度より高いが、炉内で徐冷することにより時効処理後の冷却速度を遅くしているため、冷却中の300～450℃の温度域で ω 相が析出し、($\beta + \omega + \alpha$)相になったと考えられる。

No. 7および8では、冷間圧延によって多量の塑性歪みがチタン合金に導入されるため、徐冷時に ω 相の核が多数位置に発生し、冷間圧延をしない場合 (No. 5)と比較してチタン合金中の ω 相存在率 (体積比)が大きくなる。これにより、より硬さが硬く、耐摩耗性も特に良好であった。

【0019】

No. 13は、 ω 相の粒径が10nm以下と比較的小さかったため、No. 1～10よりは硬さおよび耐摩耗性が少し劣るものであったが、転がり軸受の軌道輪や転動体として使用できる範囲内であった。

以上のことから、図1に示すような、内輪 (軌道部材) 1、外輪 (軌道部材) 2、転動体3、保持器4からなる転がり軸受において、内輪1および外輪2をNo. 1～10、13の試験片と同様にして作製することにより、粒子径1 μ m以下の ω 相を有する結晶組織のチタン合金からなる内輪1および外輪2が得られる。そして、この内輪1および外輪2と、例えば Si_3N_4 等のセラミックス製の転動体3と、必要に応じてプラスチック製の保持器4を組み合わせることにより、腐食性環境下や非磁性が要求される環境下での用途に好適な転がり軸受 (転がり支持装置) が得られる。

【0020】

なお、本発明は、転がり軸受以外の転がり支持装置 (例えば、ボールねじやリニアガイド) にも適用できる。ボールねじでは、ねじ軸が固定体側の軌道部材であり、ナットが移動体側の軌道部材である。リニアガイドでは、案内レールおよびスライダの一方が固定体側の軌道部材であって、他方が移動体側の軌道部材である。

【0021】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば、腐食性環境下や非磁性が要求される環

境下での用途に好適な転がり支持装置が得られる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の一実施形態に相当する転がり軸受を示す断面図である。

【図 2】

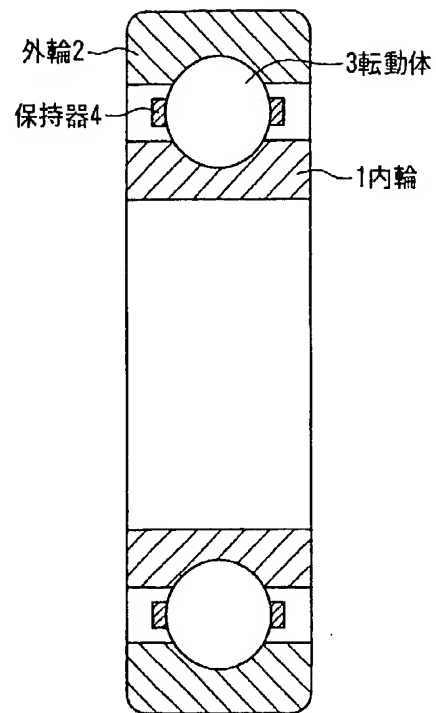
サバン式摩耗試験の模式図であり、(b)は(a)の側面図である。

【符号の説明】

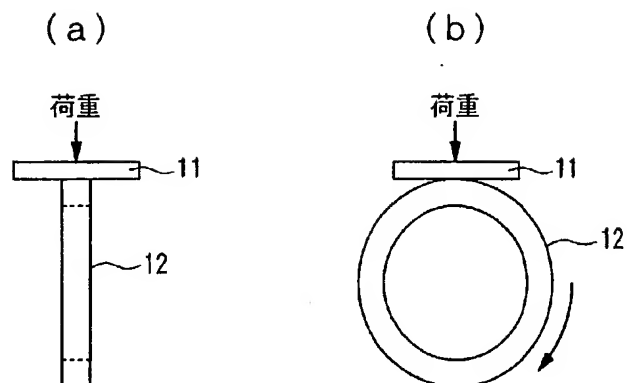
- 1 内輪
- 2 外輪
- 3 転動体
- 4 保持器
- 1 1 固定試験片
- 1 2 回転試験片

【書類名】 図面

【図1】



【図2】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 腐食性環境下や非磁性が要求される環境下での用途に好適な転がり軸受を提供する。

【解決手段】 内輪 1 および外輪 2 は、粒子径 $1\ \mu\text{m}$ 以下の ω 相を有する結晶組織のチタン合金からなる。転動体 3 は Si_3N_4 等のセラミックスからなる。

【選択図】 図 1

特2000-230183

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000004204]

1. 変更年月日	1990年 8月29日
[変更理由]	新規登録
住 所	東京都品川区大崎1丁目6番3号
氏 名	日本精工株式会社